

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-038140

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl.

C09K 11/06  
H05B 33/10  
H05B 33/14  
H05B 33/22

(21)Application number : 2001-174150

(71)Applicant : EASTMAN KODAK CO

(22)Date of filing : 08.06.2001

(72)Inventor : HATWAR TUKARAM K  
RAJESWARAN GOPALAN  
TANG CHING W  
SHI JIANMIN

(30)Priority

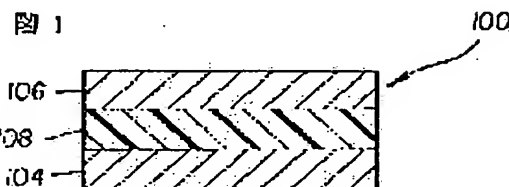
Priority number : 2000 589731 Priority date : 08.06.2000 Priority country : US

## (54) ORGANIC LUMINESCENT LAYER AND ELECTROLUMINESCENT DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an EL device improved in operative stability and luminance efficiency.

SOLUTION: This organic luminescent layer is for use in an electroluminescent device improved in operative stability and comprises (a) an organic host material capable of maintaining both the injection and the recombination of holes and electrons and (b) at least two kinds of dopants: (i) a first dopant capable of accepting electron hole bond energy in a host material and (ii) a second dopant capable of trapping holes from the host material. (c) The first dopant is selected so that the bandgap energy of the first dopant is lower than the bandgap energy of the host material and (d) the second dopant is selected so as to have a higher hole trap energy level than that of the valence electron band of the host material. The electroluminescent device comprises the organic electroluminescent layer.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-38140

(P2002-38140A)

(43) 公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

特許出願公開番号

C 0 9 K 11/06

6 0 2

C 0 9 K 11/06

6 0 2

3 K 0 0 7

H 0 5 B 33/10

H 0 5 B 33/10

33/14

33/14

B

33/22

33/22

B

D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-174150(P2001-174150)

(22) 出願日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(31) 優先権主張番号 0 9 / 5 8 9 7 3 1

(32) 優先日 平成12年6月8日(2000.6.8)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000846

イーストマン コダック カンパニー

アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ

チェスター, ステイト ストリート343

(72) 発明者 テュカラム ケイ. ハトワー

アメリカ合衆国, ニューヨーク 14526,

ベンフィールド, ウッドリン ウェイ 8

(72) 発明者 ゴバラン ラジェスワラン

アメリカ合衆国, ニューヨーク 14450,

フェアポート, ケンボルン サークル 6

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外5名)

最終頁に続く

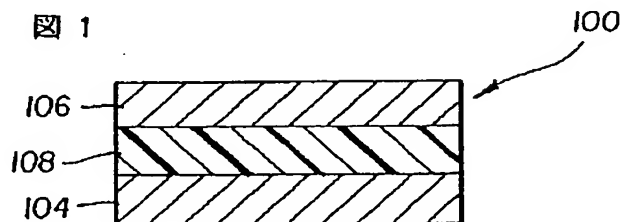
(54) 【発明の名称】 有機ルミネセンス層及びエレクトロルミネセンス装置

(57) 【要約】

【課題】 稼動安定性及び輝度効率が向上したE L装置を提供することである。

【解決手段】 稼動寿命が改良されたエレクトロルミネセンス装置に使用するための有機ルミネセンス層であって、a) 正孔及び電子の注入及び再結合の両者を維持できる有機ホスト材料；並びにb) 少なくとも2種類のドーパント：i) ホスト材料中の電子正孔結合エネルギーを受容できる第一ドーパント；及びii) ホスト材料からの正孔をトラップできる第二ドーパントを含んでなり；c) 前記第一ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーがホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いように選択され；そしてd) 前記第二ドーパントは、ホスト材料の価電子帯より高い正孔トラップエネルギーレベルを有するように選択された有機ルミネセンス層、並びにそれを含むエレクトロルミネセンス装置。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 稼動寿命が改良されたエレクトロルミネセンス装置に使用するための有機ルミネセンス層であって、

- a) 正孔及び電子の注入及び再結合の両者を維持できる有機ホスト材料；並びに
- b) 少なくとも2種類のドーパント；
  - i) ホスト材料中の電子正孔結合エネルギーを受容できる第一ドーパント；及び
  - ii) ホスト材料からの正孔をトラップできる第二ドーパントを含んでなり；
- c) 前記第一ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーが、ホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いように選択され；そして
- d) 前記第二ドーパントは、ホスト材料の価電子帯より高い正孔トラップエネルギーレベルを有するように選択された有機ルミネセンス層。

【請求項2】 稼動寿命が改良されたエレクトロルミネセンス装置に使用するための有機ルミネセンス層であって、

- a) 正孔及び電子の注入及び再結合の両者を維持できる有機ホスト材料；並びに
- b) 少なくとも3種類のドーパント；
  - i) ホスト材料中の電子正孔結合エネルギーを受容できる第一ドーパント；
  - ii) ホスト材料からの正孔をトラップできる第二ドーパント；及び
  - iii) ホスト材料中の電子正孔結合からのエネルギーを受容でき、かつ第二ドーパントから転送されたエネルギーを受容できる第三ドーパントを含んでなり；
- c) 前記第一ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーが、ホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いように選択され；そして
- d) 前記第二ドーパントは、ホスト材料の価電子帯より高い正孔トラップエネルギーレベルを有するように選択され；そして
- e) 前記第三ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーより低いバンドギャップエネルギーを有する有機ルミネセンス層。

【請求項3】 陰極及び陽極並びに少なくとも1層の有機ルミネセンス層を有するエレクトロルミネセンス装置であって、前記有機ルミネセンス層が、

- a) 正孔及び電子の注入及び再結合の両者を維持できる有機ホスト材料；並びに
- b) 少なくとも2種類のドーパント；
  - i) ホスト材料中の電子正孔結合エネルギーを受容できる第一ドーパント；及び
  - ii) ホスト材料からの正孔をトラップできる第二ドーパントを含んでなり；
- c) 前記第一ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーが、ホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いように選択され；そして

ップエネルギーが、ホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いように選択され；そして

- d) 前記第二ドーパントは、ホスト材料の価電子帯より高い正孔トラップエネルギーレベルを有するように選択されたエレクトロルミネセンス装置。

【請求項4】 陰極及び陽極並びに少なくとも1層の有機ルミネセンス層を有するエレクトロルミネセンス装置であって、前記有機ルミネセンス層が、

- a) 正孔及び電子の注入及び再結合の両者を維持できる有機ホスト材料；並びに
- b) 3種類のドーパント；
  - i) ホスト材料中の電子正孔結合エネルギーを受容できる第一ドーパント；
  - ii) ホスト材料からの正孔をトラップできる第二ドーパント；及び
  - iii) ホスト材料中の電子正孔結合からのエネルギーを受容でき、かつ第二ドーパントから転送されたエネルギーを受容できる第三ドーパントを含んでなり；
- c) 前記第一ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーが、ホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いように選択され；
- d) 前記第二ドーパントは、ホスト材料の価電子帯より高い正孔トラップエネルギーレベルを有するように選択され；そして
- e) 前記第三ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーより低いバンドギャップエネルギーを有するように選択されたエレクトロルミネセンス装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機エレクトロルミネセンス装置、及び更に詳細には、これらの装置の稼動安定性及び効率を改良するために好適なドーパントを含む発光層に関する。

## 【0002】

【従来の技術】OLED装置には、基板、陽極、有機化合物から製造された正孔移送層、好適なドーパントを含む有機ルミネセンス層、有機電子移送層及び陰極が含まれる。EL装置は、それらの駆動電圧が低く、ルミネセンスが高く、視覚角度が広く、フルカラー平坦発光ディスプレイ能があるので魅力的である。Tang等は、この多層EL装置を、本願と同一人に譲渡された米国特許第4,769,292号及び第4,885,211号に開示している。

【0003】以下の特許及び刊行物は、稼動寿命が改良されたEL装置の製造について開示している。構造上の改変、安定な陽極、及びキャリアの限定及び発光域でのそれらの再結合により、これらの装置の稼動寿命がかなり向上した。So等は、陽極と陰極に挟まれた電子移送材料及び正孔移送材料の混合物を備えた単一の有機発光層からなるEL装置について米国特許第5,853,9

05号で検討している。

【0004】Popovic等は、発光電子移送材料及び正孔移送材料を混合することにより効率及び安定性が向上したEL装置について、SPIE Conference会報 3476巻、68～72頁、1998年に記載している。Chen等は、Alq発光層がDCJT Bでドーピングされた高効率の赤色装置を報告している（米国特許第5,908,581号及びMicromol. Symp. 25,490,1997年）。

【0005】Hamada等は、Applied Phys. Lett. 75,1682(1999年)に、ルブレン及びDCM<sub>2</sub>をAlq発光層にドーピングした赤色EL装置を報告している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ラップトップコンピュータ、デジタルパーソナルオーガナイザー、セルホーン等用のディスプレイスクリーンに、これらのEL装置を使用することを目的として、輝度及び駆動電圧について遥かに安定な稼働性を有するEL装置に対するニーズが存在する。

【0007】したがって、本発明の目的は稼働(operative)安定性及び輝度(luminance)効率が向上したEL装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この目的は、稼働寿命が改良されたエレクトロルミネセンス装置に使用するための有機ルミネセンス層であって、

- a) 正孔及び電子の注入及び再結合の両者を維持できる有機ホスト材料；並びに
- b) 少なくとも2種類のドーパント；
  - i) ホスト材料中の電子正孔結合エネルギーを受容できる第一ドーパント；及び
  - ii) ホスト材料からの正孔をトラップできる第二ドーパントを含んでなり；
- c) 前記第一ドーパントは、第一ドーパントのバンドギャップエネルギーが、ホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いように選択され；そして
- d) 前記第二ドーパントは、ホスト材料の価電子帯より高い正孔トラップエネルギーレベルを有するように選択された有機ルミネセンス層により達成された。

【0009】本発明の特徴は、第一及び第二ドーパントを適切に選択することにより、前記エレクトロルミネセンス層を含むエレクトロルミネセンス装置の稼働寿命を大幅に改良できたことである。本発明の別の特徴は、色度が改良されたエレクトロルミネセンス装置を提供するのに本発明を使用できることである。

【0010】本発明の別の特徴は、高い輝度を得ながら、稼働安定性が改良されたエレクトロルミネセンス装置を提供するのに使用できることである。本発明の別の特徴は、低電圧駆動源を用いて使用できることである。

本発明において、励起子トラップドーパント及び正孔トラップドーパントをドーピングする相乗効果により、それらのドーパント濃度が低くても、より良好な稼働安定性及び効率が得られることが、全く予想しないことであったが判明した。このため、稼働寿命及び輝度効率が改良された。発光色を調整するための、更に別の第三ルミネセンスドーパントにより、優れた色が得られ、このことは他のいかなる組み合わせによっても得られないものである。

【0011】本発明により製造した装置は、極めて安定でしかも優れた輝度特性を有する。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の有機EL装置の発光層は、ルミネセンス材料又は蛍光材料を含み、この領域で電子-正孔対の再結合の結果としてエレクトロルミネセンスが生じる。図1に示すように、最も簡単な構成において、発光層108は、陽極104と陰極106の間に挟まれている。発光層は、高いルミネセンス効率を有する純粋な材料である。周知材料は、トリス(8-キノリネート)アルミニウム(Alq)であり、優れた緑色エレクトロルミネセンスを発生する。

【0013】簡単な構造100を改変して、図2に示すような三層構造とすることができ、この構造においては、追加のエレクトロルミネセンス層を正孔移送層と電子移送層の間に導入して、主に、正孔-電子の再結合用、従ってエレクトロルミネセンス用の部位として機能させる。この点で、個々の有機層の機能は、別個であり、したがって独立して最適化することができる。エレクトロルミネセンス層又は再結合層は、望ましいEL色と同時に高い輝度効率を有するように選択することができる。同様に、電子移送層及び正孔移送層は、主にキャリア移送特性について最適化することができる。

【0014】図2について言えば、多層有機発光装置200は、光透過性陽極204がその上に配備されている光透過性基材202を有する。陽極204は、2層、204a及び204bを含む。有機発光構造物208は、陽極204と陰極206の間に形成されている。有機発光構造物208は、順に有機正孔移送層210、有機発光層212、及び有機電子移送層214からなる。陽極204と陰極206間に電圧差をかけると(図示せず)、陰極は電子を電子移送層214に注入し、次いでそれらの電子は層214を横切って発光層212にまで遊動する。同時に正孔が陽極204から正孔移送層210に注入されるであろう。これらの正孔は、層210を横切って遊動し、次いで正孔移送層210と発光層212の間に形成されたジャンクション(接点)で又はその近傍で電子と再結合する。遊動電子が正孔を満たして、その伝導帯から価電子帯へドロップする際、エネルギーが光として放出され、光透過性陽極204及び基材202を介して発光する。

【0015】有機EL装置は、ダイオードとして視ることができ、陽極が陰極より電位が高い場合、ダイオードに順方向バイアスがかかる。有機EL装置の陽極及び陰極は、各々適切な慣用形、例えば、Tang等の米国特許第4,885,211号により開示されている各種の形をとることができる。低仕事関数の陰極及び高仕事関数の陽極を用いる場合は、稼動電圧を、実質的に低下させることができる。好ましい陰極は、4.0eV未満の仕事関数を有する金属と、他の金属、好ましくは4.0eVより高い仕事関数を有する金属を組み合わせで構成したものである。Tang等の米国特許第4,885,211号のMg:Agは、一つの好ましい陰極構成物を構成する。Vanslyke等の米国特許第5,059,062号のAl:Mg陰極は、別の好ましい陰極構成物である。Hung等の米国特許第5,776,622号は、有機EL装置の電子注入を高めるために、LiF/Alバイレーヤー（二層構造）の使用を開示している。

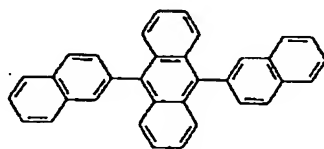
【0016】慣用の陽極204aは、導電性でしかも透明な酸化物から形成する。インジウムスズ酸化物は、その透明性、良好な導電性、及び高い仕事関数の故に、陽極接点として広く使用されている。好ましい態様において、陽極204aは、正孔注入層204bで改質することができる。このような正孔注入層における材料例は、Hungの米国特許出願第09/186,829号（1998年11月5日出願、その開示は引用することにより本明細書に包含する）に開示されているフルオロカーボンである。

【0017】発光層のための好ましいホスト材料としては、以下が挙げられる：

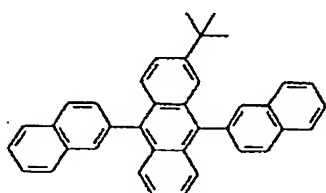
【0018】

【化1】

- a)  $\text{Alq}_3$ ,  $\text{Ar}$   
b)



:又はc)



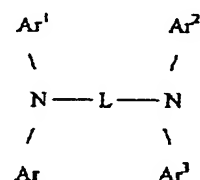
【0019】本発明の有機EL装置の電子移送層を形成

するのに用いるのに好ましい材料は、金属キレートオキシノイド化合物、例えば、米国特許第4,885,211号に開示されているようなオキシシキニン自身自身のキレート（通常、8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリンとも称する）が挙げられる。このような化合物は、高レベルの性能を示し、同時に薄層として容易に作成できる。

【0020】光透過性基材202は、ガラス、石英又はプラスチック材料から構成することができる。有機EL装置の正孔移送層の形成に使用するのに好ましい材料は、Vanslykeの米国特許第4,539,507号に教示されているような第三アミンである。別のクラスの好ましいアミンとしては、テトラアリアルアミンである。好ましいテトラアリアルジアミンは、2個のジアリアルアミノ基を含む。好ましいテトラアリアルジアミンとしては、次式により示されるものが挙げられる：

【0021】

【化2】



【0022】（式中、Ar, Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup>, Ar<sup>3</sup>は、独立して、フェニル、ビフェニル及びナフチル部分から選ばれ；Lは、二価のナフチレン部分又はd<sub>n</sub>であり；dは、フェニレン部分であり；nは、1~4の整数であり；そしてLがd<sub>n</sub>である場合は、Ar, Ar<sup>1</sup>, Ar<sup>2</sup>, Ar<sup>3</sup>の少なくとも1個は、ナフチル部分である）。

【0023】前記構造式（I）、（II）、（III）及び（IV）の種々のアルキル、アルキレン、アリール及びアリーレン部分はそれぞれ置換されていてもよい。典型的置換基としては、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、及びハロゲン、例えば、フッ化物、塩化物及び臭化物が挙げられる。各種のアルキル及びアルキレン部分は、典型的に約1から6個の炭素原子を含む。シクロアルキル部分は、3~約10個の炭素原子、しかし典型的に5、6又は7個の環炭素原子を含むことができ、例えば、シクロペンチル、シクロヘキシル、及びシクロヘプチル環構造である。アリール及びアリーレン部分が、縮合芳香族環部分でない場合は、それらは好ましくはフェニル及びフェニレン部分である。

【0024】選択された芳香族第三アミン（を含有する縮合芳香族環）の有用例は、以下の通りである：

- ATA-1     4, 4'-ビス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル (NPB)  
ATA-2     4, 4''-ビス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] -p-ターフェニル

ATA-3 4, 4'-ビス [N-(2-ナフチル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-4 4, 4'-ビス [N-(3-アセナフテニル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-5 1, 5-ビス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] ナフタレン  
 ATA-6 4, 4'-ビス [N-(9-アントリル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-7 4, 4'-ビス [N-(1-アントリル)-N-フェニルアミノ] -p-ターフェニル  
 ATA-8 4, 4'-ビス [N-(2-フェナントリル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-9 4, 4'-ビス [N-(8-フルオランテニル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-10 4, 4'-ビス [N-(2-ピレニル)-N-フェニルアミノ] -ビフェニル  
 ATA-11 4, 4'-ビス [N-(2-ナフタアセニル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-12 4, 4'-ビス [N-(2-ペリレニル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-13 4, 4'-ビス [N-(1-コロネニル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル  
 ATA-14 2, 6-ビス (ジ-p-トリルアミノ) ナフタレン  
 ATA-15 2, 6-ビス [ジ-(1-ナフチル) アミノ] ナフタレン  
 ATA-16 2, 6-ビス [N-(1-ナフチル)-N-(2-ナフチル)-アミノ] ナフタレン  
 ATA-17 N, N, N', N'-テトラ (2-ナフチル)-4, 4'-ジアミノ-p-ターフェニル  
 ATA-18 4, 4'-ビス {N-フェニル-N-[4-(1-ナフチル)-フェニル] アミノ} ビフェニル  
 ATA-19 4, 4'-ビス [N-フェニル-N-(2-ピレニル) アミノ] ビフェニル

ATA-20 2, 6-ビス [N, N-ジ (2-ナフチル) アミノ] フルオレン

ATA-21 1, 5-ビス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] ナフタレン

好ましい態様のルミネセンス層は、蛍光色素でドーピングされたホスト材料からなる。この方法を用いて高効率のEL装置を構成することができる。同時に、EL装置の色を、共通のホスト材料であるが、異なる発光波長の蛍光色素を用いることにより調整することができる。同一人に譲渡されたTang等の米国特許第4, 769, 292号は、このドーパントスキームを、ホスト材料としてAlqを用いるEL装置についてかなり詳細に開示している。

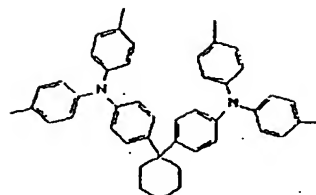
【0025】図3は、本発明に使用した有機発光層ホスト及び3種類のドーパントのエネルギーレベルのダイアグラムである。この図は、特にAlqホスト材料及び3種類のドーパント：励起子トラップドーパント、正孔トラップドーパント及びルミネセンスドーパントからなる有機発光層に関する。Alq中の正孔トラップは、例えば、Alqのバンドギャップより大きいバンドギャップを有し、電子をAlqに供与できるドーパントとして定義される。後者の条件は、ドーパントの最高被占分子軌道(HOMO)が、Alqの軌道より高ければ(電子エネルギースケールで)満足される。実験上、HOMOレベルは、真空レベルを基準にしたイオン化電位として測定する。Alq中の正孔トラップドーパントのイオン化電位(IP)は、(Alq)ホストのイオン化電位より低く決定する。AlqのIPは、5.62 eVである。正孔トラップドーパントは、満たされると正に荷電する。

【0026】有機EL装置の正孔トラップドーパントとして用いるのに好ましい材料は、テトラアリアルアミンである。アリアルアミン材料のいくつかを以下に示す：

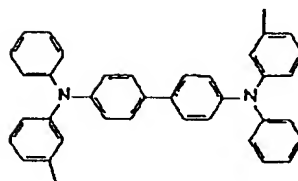
【0027】

【化3】

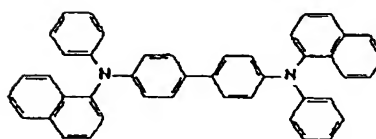
HD1:



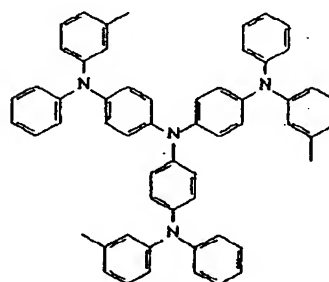
HD2:



HD3 (NPB):



HD4:



【0028】Alq中の励起子トラップは、例えば、Alqホスト材料のバンドギャップエネルギーより低いバンドギャップエネルギーを有するドーパントとして定義され、そのトラップは、満たされると電子的に中性のままである。有機EL装置の励起子トラップドーパントと

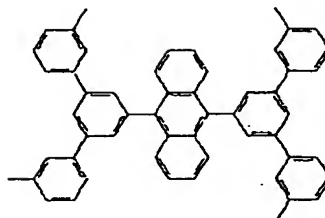
して用いるのに好ましい材料は、ルブレン類材料である。ルブレン類材料のいくつかを以下に示す：

【0029】

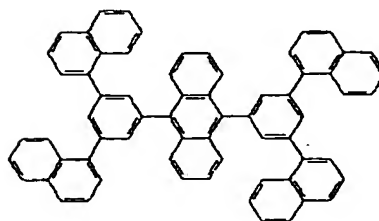
【化4】



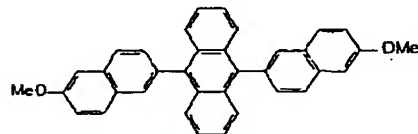
EXD1:



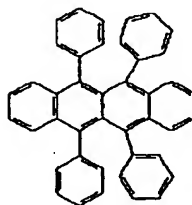
EXD2:



EXD3:



EXD4 (ルブレン):



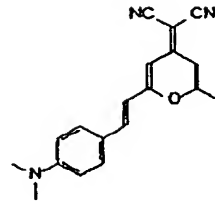
【0030】ルミネセンスドーパントは、第一励起子ドーパントのバンドギャップエネルギーより低いバンドギャップを有する。励起子ドーパントは、ホスト材料中の電子-正孔結合から生じるエネルギーを受容することができ、かつ第二ドーパントから転送されるエネルギーを

受容することができる。有機EL装置のルミネセンスドーパントとして用いるのに好ましい材料は、DCM材料である。DCJTB構造のいくつかを以下に示す：

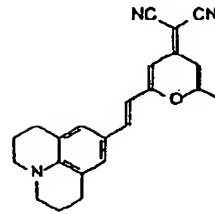
【0031】

【化5】

LD1:



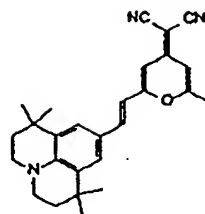
LD2:



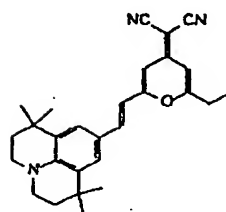
【0032】

【化6】

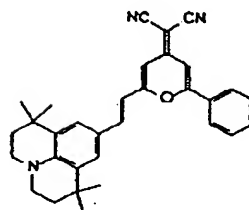
LD3:



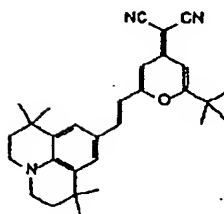
LD4:



LD5:



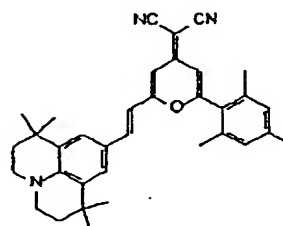
LD6:



【0033】

LD7 (DCJTB):

【化7】



【0034】本発明を具体的に説明する実施例に例示されるように、NPBは、正孔トラップドーパントとし

て、ルブレンは励起子トラップドーパントとして、そしてDCJTBはルミネセンスドーパントとして、Alq

発光層に用いられる。これらの材料のエネルギーレベルを図3に示す。図2に記載したような装置構造に従って、ITO陽極及びMg:Ag又はLiF/Al陰極を用いてガラス基材上にいくつかの装置を製造した。この装置の構造は、ガラス基材/ITO陽極/CFx正孔注入層/NPB正孔移送層/ドーパント含有Alq発光層/Alq電子移送層/Mg:Ag又はLiF/Alである。

【0035】EL装置に用いられるAlq発光層中の各種ドーパントの濃度範囲は、以下が好ましい：励起子トラップドーパント=1~25%、正孔トラップドーパント=0.1~35%、及びルミネセンスドーパント=0.05~4%。前記ドーパントを用いていくつかの装置を製造した。結果を、表1及び表2に要約した。

【0036】励起子ドーパント及び正孔トラップドーパントの両者をドーピングして製造した装置は、いずれか一方のドーパントでドーピングした装置と比較して、効率及び稼動安定性が有意に高かった。さらに、励起子ドーパント及び正孔トラップドーパントの相乗効果により、良好な稼動安定性及び効率を得られた。第三のルミネセンスドーパントの添加により、優れたカラー座標が、高い輝度効率と共に得られ、これらの効果は、他の組み合わせでは得られないものであった。

【0037】本発明及びその利点を、さらに以下の具体例により説明する。用語「%」とはホスト材料に対する特定ドーパントの容量%である。

【0038】

【実施例】例1

EL装置を以下のように構成した：80nmのITOをコーティングした基材を、市販の蒸解剤中で逐次超音波処理にかけ、脱イオン水でリンスし、トルエン蒸気で脱脂した。これらの基材を、約1分間酸素プラズマ処理に付し、CHF<sub>3</sub>のプラズマ補助付着(plasma assisted deposition)により1nmのフルオロカーボン層をコーティングした。

【0039】これらの基材を、有機層及び陰極を付着させるために付着室に置いた。150nmのNPB正孔移送層、次にドーパント非含有の37.5nmのAlq発光層(EML)、37.5nmのAlq電子移送層(ETL)その次に陰極の一部として0.5nmのLiF及び200nmのAlを逐次付着させることにより、装置Aを製造した。前記のシーケンスでEV装置の付着を完

了した。

【0040】次に、このEV装置を、周囲環境から保護するために、窒素を充填した乾燥グラブボックス中に熔融密封した。これらのELを製造するために用いたITOパターン基材は、いくつかのアイコンを含有した。この装置の個々のアイコンを、電流電圧特性及びエレクトロルミネセンス収量(yield)について試験した。

例2

37.5Alq発光層を、10%のルブレ、励起子ドーパント1(EXD1)でドーピングした以外は、装置Aと同様のシーケンスで、装置Bを製造した。

例3

37.5Alq発光層を、10%のNPB、正孔トラップドーパント2(HD2)でドーピングした以外は、装置Aと同様のシーケンスで、装置Cを製造した。

例4

37.5Alq発光層を、5%のルブレ及び5%のNPBでドーピングした以外は、装置Aと同様のシーケンスで、装置Dを製造した。付着速度、したがってAlqホスト及び2種類のドーパントの容量%は、ポート(bolt)温度により調整した。

【0041】これらの装置の輝度特性を、表1に示す。装置Aは、20mA/cm<sup>2</sup>電流密度で3.17cd/A輝度収量であった。この装置は、532nmにEL極大を有し、緑色であった。Alq発光層を10%ルブレでドーピングした装置Bについて、輝度収量は4.68cd/Aであった。EL極大は568nmにあり、黄色の発光であった。Alq発光層を10%NPBでドーピングした装置Cについて、輝度収量は3.27cd/A@20mA/cm<sup>2</sup>まで増加した。EL極大は528nmにあり、緑色であった。Alq発光層を5%のルブレ及び5%のNPBで共ドーピングした装置Dについて、輝度収量は4.95cd/Aであり、EL極大は568nmにあり、黄色発光であった。

【0042】周囲環境における密封装置の稼動安定性を、これらの装置の各々の4個の異なるアイコンを、20、40、60及び80mA/cm<sup>2</sup>の一定の電流密度で作動させた際の、時間の相関としての駆動電圧及び輝度の変化を測定することにより、調べた。これらの装置についての寿命半減期を表2に示す：

【0043】

【表1】

表1：各種ドーパントを含む装置A～Hの輝度収量

装置	ルミネセンス層	輝度収量 @20mA/cm <sup>2</sup> (cd/A)	EL極大波長 (nm)	CIE <sub>x</sub>	CIE <sub>y</sub>	駆動電圧 @20mA/cm <sup>2</sup> (ボルト)
装置A	Alq	3.17	524	0.334	0.531	8.50
装置B	Alq+10%ルブレ	4.68	568	0.519	0.476	7.90
装置C	Alq+10%NPB	3.26	528	0.346	0.538	8.70
装置D	Alq+5%ルブレ+5% NPB	4.95	568	0.518	0.478	8.30
装置E	Alq+2%DCJT-B	2.05	628	0.640	0.355	9.20
装置F	Alq+2%DCJT-B+10% ルブレ	2.41	632	0.650	0.345	9.00
装置G	Alq+2%DCJT-B+10%NPB	2.08	628	0.645	0.353	9.10
装置H	Alq+2%DCJT-B+5%NPB +5%ルブレ	2.76	632	0.650	0.350	8.50

【0044】図4は、4種類の装置A～Dについての、20mA/cm<sup>2</sup>の電流密度での作業時間の相関としての標準化輝度を示す。励起子トラップドーパントと正孔トラップドーパントの相乗効果が、NPBとルブレを同時にAlqホストにドーピングした際、認められた。装置Dについての輝度収量の低下は、装置A、B及びCと比較して最低であった。輝度の変化は、両ドーパントの加算効果から可能な値より低く、予期せざることであった。ドーパント濃度が低くても、稼動安定性及び効率が良好であるという相乗効果が得られた。稼動寿命の向上は2倍より高く、輝度効率は10～20%の増加を示し、このことは、いずれかのドーパントをいかなるドーパント濃度量で使用しても達成できるものではなかった。

【0045】図5は、20mA/cm<sup>2</sup>の電流密度での駆動電圧の稼動安定性を示す。予期せざることであるが、ここでもまたルブレとNPBドーパントの両者でドーピングしたAlq発光層を有する装置Dは、駆動電圧の変化が最小であった。したがって、装置Dは、4種類の装置の中で稼動安定性が最高であった。このように、本発明装置は、標準化輝度及び駆動電圧が長期間にわたって安定であった。

#### 例5～8

37.5nmAlq発光層のドーパント以外は、装置A～Dについて述べた方法によった。

#### 例5

装置Eについては、37.5nmAlq発光層は、2%のDCJTBLミネセンスドーパントを含有した。

#### 例6

装置Fについては、37.5nmAlq発光層は、2%のDCJTBLミネセンスドーパント及び10%のルブレ励起子ドーパントを含有した。

#### 例7

装置Gについては、37.5nmAlq発光層は、2%のDCJTBLミネセンスドーパント及び10%のNPB正孔トラップドーパントを含有した。

#### 例8

装置Hについては、37.5nmAlq発光層は、3種類のドーパント、すなわち、2%のDCJTBL+5%のルブレ+5%のNPBを含有した。

【0046】これらの装置の輝度特性を表1に示す。装置Eは、20mA/cm<sup>2</sup>電流密度で2.05cd/A輝度収量であった。この装置は、628nmにEL極大を有し、カラー座標でCIE<sub>x</sub>=0.64及びCIE<sub>y</sub>=0.35の赤色であった。Alq発光層を、2%DCJTBL+10%ルブレでドーピングすると、輝度収量は装置Fについて2.41cd/A@20mA/cm<sup>2</sup>まで増加した。EL極大は628nmにあり、カラー座標、CIE<sub>x</sub>=0.64及びCIE<sub>y</sub>=0.34の赤色であった。Alq発光層を2%DCJTBL+10%NPBでドーピングした装置Gについて、輝度収量は2.06cd/Aであった。EL極大は628nmにあり、628nmで赤色発光を示し、カラー座標、CIE<sub>x</sub>=0.64及びCIE<sub>y</sub>=0.34であった。Alq発光層を2%DCJTBL+5%ルブレ及び5%NPBで共ドーピングした装置Hについて、輝度収量は2.76cd/Aであり、EL極大は628nmにあり、628nmで赤色発光を示し、カラー座標、CIE<sub>x</sub>=0.65及びCIE<sub>y</sub>=0.34であった。20mA/cm<sup>2</sup>電流密度での駆動電圧は、装置Hについて最低であった。3種類のドーパント：DCJTBLミネセンスドーパント；ルブレ励起子ドーパント及びNPB正孔トラップドーパントでドーピングしたAlqホスト発光層を用いて製造した装置Hは、輝度効率がより高く、駆動電圧は最低で、カラー座標は優れていた。

【0047】これらの密封装置の稼動安定性を、時間の相関として、輝度及び駆動電圧の変化を測定することにより調べた。20、40、60及び80mA/cm<sup>2</sup>の電流密度で、各装置の4個のアイコンを再び作動させた。これらの装置についての寿命半減期を表2に示す：

#### 【0048】

#### 【表2】

表2：各種ドーパントを含む装置A～Hの稼動寿命半減期

装置	ルミネセンス層	半減期 $\theta J=80\text{mA}/\text{cm}^2$ (時間)	半減期 $\theta J=60\text{mA}/\text{cm}^2$ (時間)	半減期 $\theta J=40\text{mA}/\text{cm}^2$ (時間)	半減期 $\theta J=20\text{mA}/\text{cm}^2$ (時間)
装置A	Alq	158	161	38	1000
装置B	Alq+10%ルブレン	455	542	1103	3000
装置C	Alq+10%NPB	348	525	1025	3250
装置D	Alq+5%ルブレン+5% NPB	900	1300	2200	5000
装置E	Alq+2%DCJT-B	361	510	901	2250
装置F	Alq+2%DCJT-B+10% ルブレン	487	710	1482	3500
装置G	Alq+2%DCJT-B+10%NPB	563	822	1557	4000
装置H	Alq+2%DCJT-B+5%NPB +5%ルブレン	901	1353	2250	>6000

【0049】図6は、4種類の装置E～Hについての、稼動輝度安定性を示す。3種類すべてのドーパント、2%DCJT-B+5%NPB+5%ルブレンをAlqホスト層に用いて製造した装置Hは、最高の稼動安定性を有した。この装置はまた最良のカラー座標及び最高の輝度効率及び最低の駆動電圧を有した。図7は、前記の4種類の装置E～Hについての、稼動電圧安定性を示す。ここでもまた3種類すべてのドーパント、2%DCJT-B+5%NPB+5%ルブレンをAlqホスト層に用いて製造した装置Hは、稼動時間全体にわたって、駆動電圧の増加が最小であり、したがって、稼動電圧安定性が最高であった。

【0050】DCJT-Bのような第三のルミネセンスドーパントを添加すると優れた赤発光カラー座標が、高い輝度効率及び最低の駆動電圧で得ることができ、このことは、他の組み合わせでは得られないものであった。したがって、ルブレン及びNPBを、DCJT-Bと共に、又はDCJT-Bなしで、含有するAlq発光層を用いて製造した本発明のEL装置は、稼動褪色安定性を著しく向上させる。これらの装置は、高い輝度収量及び低い駆動電圧を有する。これらの装置は、カラー座標及び輝度効率の低下を最小に保ちながら、より高い電流密度で作動させることができる。3種類のすべてのドーパント、ルブレン励起子トラップ、NPB正孔トラップ及びDCJT-Bルミネセンスドーパントを含有する発光層を有する装置は、最高の輝度収量、最低の駆動電圧、最良の色及び最高の稼動安定性を有する。

#### 追加の態様

態様1 前記第一ドーパントが、多環式ベンゾイド発色単位を含有する蛍光炭化水素化合物を含む請求項1記載の有機ルミネセンス層。

態様2 前記第一ドーパントの濃度が、有機ルミネセンス層の0.5～25容量%の範囲である請求項1記載の有機ルミネセンス層。

態様3 前記第二ドーパントの濃度が、有機ルミネセンス層の0.5～25容量%の範囲である請求項1記載の

有機ルミネセンス層。

態様4 前記第一ドーパントが、多環式ベンゾイド発色単位を含有する蛍光炭化水素化合物を含む請求項2記載の有機ルミネセンス層。

態様5 前記第一ドーパントの濃度が、有機ルミネセンス層の0.5～25容量%の範囲である請求項2記載の有機ルミネセンス層。

態様6 前記第二ドーパントの濃度が、有機ルミネセンス層の0.5～25容量%の範囲である請求項2記載の有機ルミネセンス層。

態様7 前記第三ドーパントの濃度が、有機ルミネセンス層の0.05容量%より高くかつ5容量%未満である請求項2記載の有機ルミネセンス層。

態様8 前記第一ドーパント、第二ドーパント及び第三ドーパントの合計濃度が、有機ルミネセンス層の1.05容量%より高くかつ55容量%未満である請求項2記載の有機ルミネセンス層。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】有機発光装置の単純構造である。

【図2】発光構造物が本発明により製造された発光層を有するITO陽極上に配備されている有機発光装置の略図である。

【図3】発光層のAlqホスト、励起子トラップドーパント(ExD)(ドーパント1)、正孔トラップドーパント(HD)(ドーパント2)及びルミネセンスドーパント(LD)(ドーパント3)のエネルギーレベルダイアグラムをグラフで表したものである。

【図4】ドーピングしたEL装置について、稼動時間の相関としての相対標準化稼動輝度を示す。

【図5】図4のEL装置について、稼動時間の相関としての相対駆動電圧を示す。

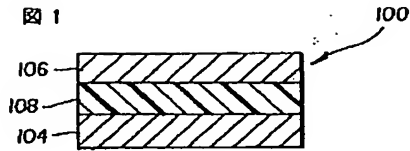
【図6】ドーピングしたEL装置について、稼動時間の相関としての相対標準化輝度を示す。

【図7】図6のEL装置について、稼動時間の相関としての相対駆動電圧を示す。前記図面は、当然のことながら、略図である。個々の層の厚さは余りに薄く、各種要

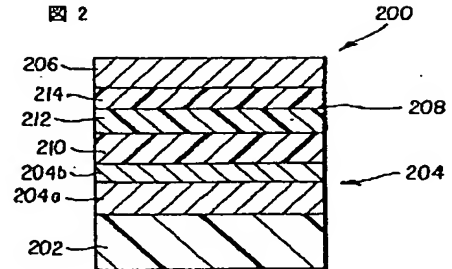
素の厚さの差異が、正しい比率で縮尺して表現するには

大き過ぎるからである。

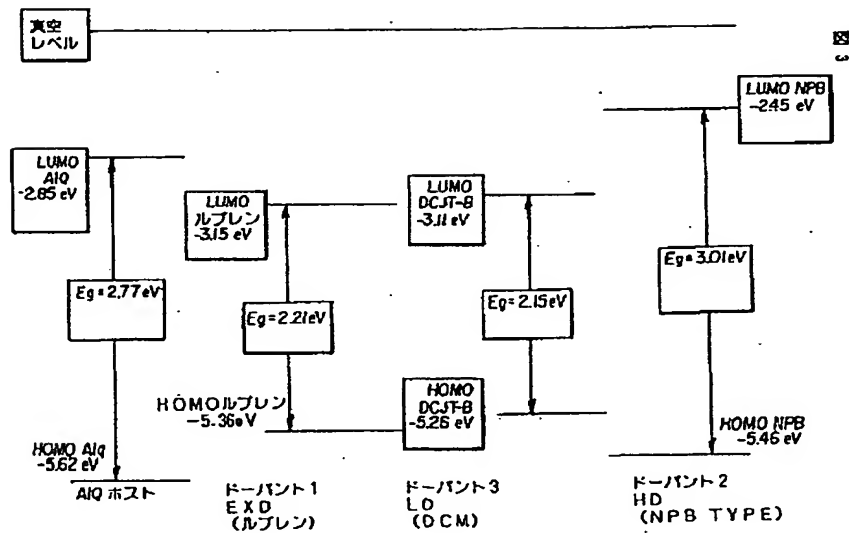
【図1】



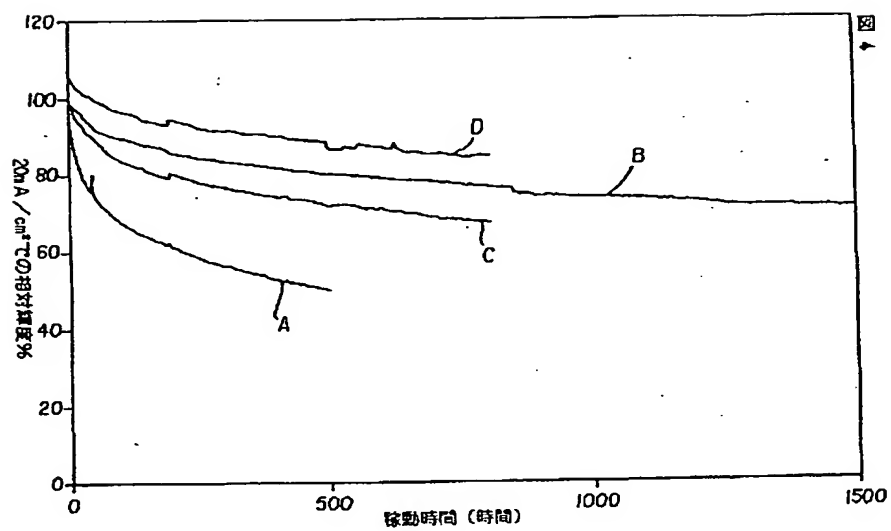
【図2】



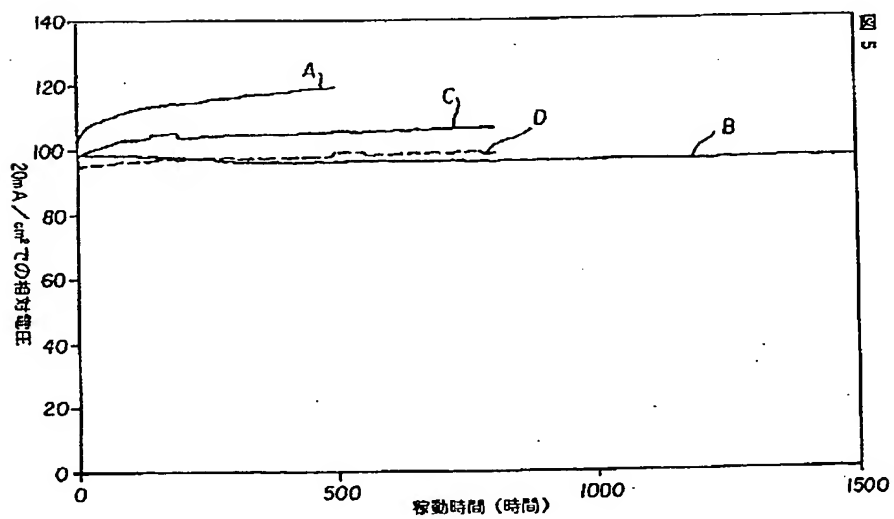
【図3】



【図4】

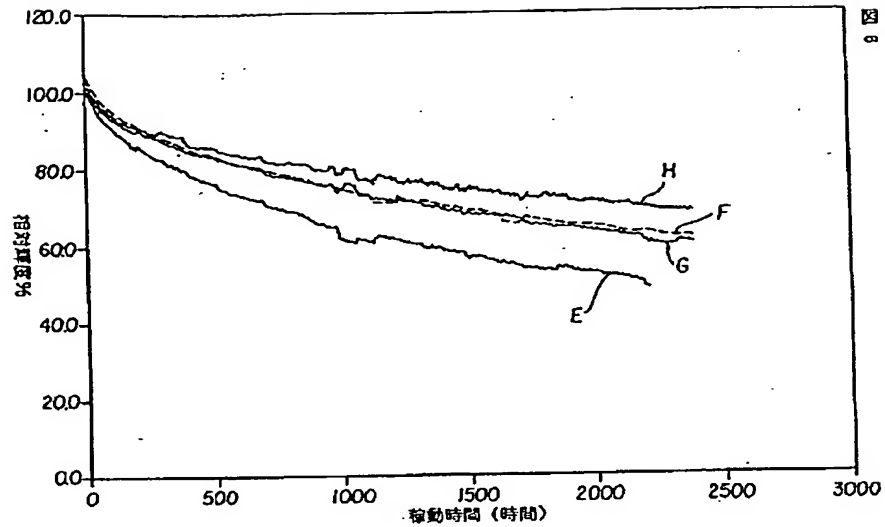


【図5】

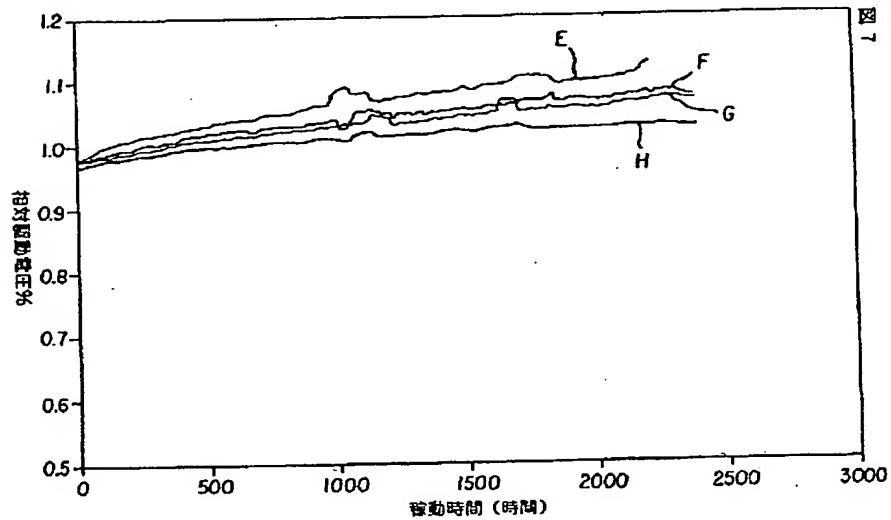




【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 チン ダブリュ. タン  
アメリカ合衆国, ニューヨーク 14625,  
ロチェスター, パーク レーン 176

(72)発明者 ジアンミン シー  
アメリカ合衆国, ニューヨーク 14580,  
ウェプスター, グロウス ポイント 34  
Fターム(参考) 3K007 AB03 AB04 AB06 AB11 AB18  
CB01 DA01 DB03 EB00